



International

**Journal of Human Sciences**

ISSN:2458-9489

Volume 14 Issue 4 Year: 2017

**Student opinions on teaching astronomy with hands-on models<sup>1 2</sup>****Fiziksel modellerle astronomi öğretimine ilişkin öğrenci görüşleri****Cumhur Türk<sup>3</sup>  
Hüseyin Kalkan<sup>4</sup>****Abstract**

In this study, it was aimed to determine the opinions of the students on the teaching astronomy with models (TAM) by teaching the astronomy concepts in the "Solar System and Beyond" unit of the Science curriculum with hands-on models. Six different "hands-on" models have been developed in this direction. The study group of the study constitutes a total of 40 middle school seventh grade students who are studying in one of the state schools affiliated to the Ministry of National Education in Samsun province. In the study, case study method was used among qualitative research methods. The data of the study were gathered using the Teaching Astronomy with Models Assessment Form (TAMAF) and analyzed using the content analysis technique. As a result of the analysis, students stated that they think that they comprehend the subjects easier and better by using "hands-on" models and therefore make the learning permanent. Besides, the visuality of the models are liked by the students and also the lessons thought with the models are observed to be entertaining and enjoyable. Finally, it was determined that the most favourite models of students are constellations and eclipses. Based on these results, it is proposed to extend and popularize the teaching using the "hands-on"

**Özet**

Bu çalışmada Fen Bilimleri öğretim programında yer alan "Güneş Sistemi ve Ötesi" Ünitesi içerisindeki astronomi kavramlarının fiziksel modeller yardımıyla öğretilmesi sonucu öğrencilerin modellerle astronomi öğretimine (MAÖ) ilişkin görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda altı farklı "hands-on (fiziksel model<sup>5</sup>)" model geliştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Samsun ilinde Millî Eğitim Bakanlığına bağlı devlet okullarından birinde öğrenim gören toplam 40 ortaokul 7. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması (örnek olay incelemesi) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın verileri Modellerle Astronomi Öğretimi Değerlendirme Formu (MAÖDF) kullanılarak elde edilmiş olup, içerik analizi tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda öğrenciler, fiziksel modeller sayesinde konuları daha kolay ve iyi kavradıklarını, buna bağlı olarak da kalıcı öğrenme gerçekleştirdiklerini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra modellerin görselliğinin öğrenciler tarafından beğenildiği, modellerle yapılan derslerin de eğlenceli ve keyifli geçtiği belirtilmiştir. Son olarak öğrencilerin en çok beğendikleri modellerin takımyıldızları ve tutulmalar modelleri oldukları

<sup>1</sup> This study based on the Ph.D. thesis of Cumhur TÜRK.

<sup>2</sup> This study was presented as an oral presentation at International Conference on Multidisciplinary Sciences.

<sup>3</sup> Asst. Prof., Muş Alparslan University, Faculty of Education, Elementary Education Program, [c.turk@alparslan.edu.tr](mailto:c.turk@alparslan.edu.tr)

<sup>4</sup> Prof. Dr., Ondokuz Mayıs University, Faculty of Education, Mathematics and Science Education Program, [kalkanh@omu.edu.tr](mailto:kalkanh@omu.edu.tr)

<sup>5</sup> "Fiziksel model" kavramı uluslararası literatürde "hands-on model" olarak geçen kavramın yerine kullanılmıştır.

model and to support the curriculums and schools using “hands-on” models.

**Keywords:** Astronomy Teaching; Hands-on Model; Teaching; Student.

saptanmıştır. Bu sonuçlardan yola çıkarak, fiziksel model kullanılarak yapılan öğretimin yaygınlaştırılması, bunun içinde öğretim programlarının ve okulların fiziksel modellerle desteklenmesi önerilmiştir.

[\(Extended English abstract is at the end of this document\)](#)

**Anahtar Sözcükler:** Astronomi Öğretimi; Fiziksel Model; Öğretim; Öğrenci.

## GİRİŞ

Fiziksel modellerle astronomi öğretimi kavramı son zamanlarda astronomi eğitimi ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda görülmeye başlanmıştır. Bu çalışmalarda fiziksel modeller kullanılarak birçok etkinlik gerçekleştirilmiş ve birtakım sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçların bazıları; öğrencileri öğrenme sürecinin içine çektiği, astronomiye karşı ilgi uyandırdığı, dokunarak-görerek öğrenme fırsatı sağladığı ve olguların ezberlenerek öğrenilmesinin önüne geçtiği şeklindedir (Foster 1996; Frede, 2008; Trundle, Atwood ve Christopher, 2002; Türk ve Kalkan 2017). Fiziksel modellerle öğretim, öğrencilerin nesneleri (canlı veya cansız her ikisi) araştırma için doğrudan kullanabilmesi anlamına gelmektedir (Meinhard, 1992). Bir başka araştırmacı fiziksel modellerle öğrenmeyi, model veya malzeme merkezli, yönlendirilebilir ve pratik etkinlikler olarak tanımlamaktadır (Callison ve Wright, 1993).

Bu çalışmada gerçekleştirilen fiziksel modellerle astronomi öğretimi (FMAÖ) için anahtar kavram, öğretim sürecinin sunuş ya da anlatıma dayalı değil, öğrenci merkezli olan ölçekli modeller, astronomi materyalleri ve hareketli materyaller kullanılarak gerçekleştirilmesidir. Literatürdeki benzer çalışmalara göre bu çeşit öğretim öğrenciler tarafından eğlenceli ve ilgi çekici olarak görülmektedir (Gobert ve Buckley, 2000; Kyle, Bonnsetter, Gadsden ve Shymansky, 1988; Penick ve Yager, 1993; Rowland, 1990).

FMAÖ, öğrencileri gerçekleştirilen etkinlikler ve üzerinde tartışılan konuyla ilgili birer yetişkin gibi açıklamalar yapmaya yönlendirir. Ayrıca öğrencilere hazır model sunmanın yanı sıra, onların kendi modellerini, kendi teleskoplarını, kendi benzetimlerini geliştirme, kontrol etme ve yönlendirme gibi fırsatlar sunar (Lumpe ve Oliver, 1991; Shapley ve Luttrell, 1993). FMAÖ'nün bir başka önemli noktası ise, bilgi veya olguların ezberlenerek öğrenilmesinin önüne geçmesidir. Bu tarz etkinlikler, sadece ezber bilgi sunmayı, öğrencileri bilimi öğrenmeye zorlar. Örneğin mevsimler konusunu öğretirken, Dünya modeli üzerine düşen ışığın, fizikteki basınç, ısı ve enerji kavramlarıyla ilişkilendirmesini yapıp, öğrencilerin konuyu tüm yönleriyle öğrenmesi sağlanır (Flick, 1993; Hein, 1987).

Son olarak FMAÖ kapsamında yapılan etkinlikler öğretmenin sınıf içindeki rolünü *başrol*den rehberliğe dönüştürür. Çünkü bu şekildeki öğrenme deneyiminde esas olan öğrencinin bizzat kendisinin dokunarak, manipüle ederek ve görerek öğrenmesidir. Öğretmen bu tarz öğrenme ortamında öğrenciyi yönlendiren kişi olarak görev alır (Mullis ve Jenkins, 1988). Fakat burada önemli olan öğretmen öğrenciyi yönlendirirken tıpkı “*yemek kitabı*” gibi yönlendirmeyecek ya da bu şekilde yönergeler vermeyecektir. Aksi takdirde öğrenci sınırlanmış olacaktır (Callison, 1997).

Hans, Kali ve Yair (2008), özellikle astronomi konularında öğrenmeyi kolaylaştırmak için öğretmenlerin fiziksel veya görsel modeller kullanmaları için teşvik edilmesini önermiştir. Örneğin Atwood ve Atwood (1995) ilkökul seviyesinde gece gündüzün oluşumunun öğretimi sırasında kullanılan fiziksel modellerin olumlu sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Fiziksel modellerle öğretimin etkililiği üzerine yapılan çalışmalarda araştırmacıların çeşitli sonuçlar elde ettiği görülmektedir. Bazı araştırma sonuçlarına göre fiziksel modellerin öğrenciler üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır (Dupin ve Johsua, 1989; Gobert ve Buckley, 2000; Kaufman, Patel ve Magder, 1996; Türk ve Kalkan, 2017). Bazı araştırma sonuçlarına göre ise olumsuz ya da kısıtlı etki söz konusudur (Arnold

ve Millar, 1996; Driver, Leach, Millar ve Scott, 1996; Friedel, Gabel ve Samuel, 1990). Bu çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların fen eğitiminin çeşitli konuları ve bu konulardaki öğrenci başarısı üzerine olduğu görülmüştür. Buradan hareketle FMAÖ'ye ilişkin olarak öğrencilerin görüşlerinin belirlendiği bir araştırma olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla yapılan bu çalışma alanda ihtiyaç görülen boşluğa yönelik olarak planlanmıştır.

### Amaç ve Problem Cümlesi

Bu çalışmada fiziksel modellerle yapılan astronomi öğretimi sonrası öğrencilerin FMAÖ'ye ilişkin görüşlerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki problem cümlesine yanıt aranmıştır.

*“FMAÖ'ye ilişkin öğrenci görüşleri nelerdir?”*

### YÖNTEM

Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması (örnek olay incelemesi) yöntemi kullanılmıştır. Durum çalışması “nasıl” / “niçin” sorularını temel alan, bir olgu ya da olayı derinliğine inceleme olanağı sunan bir araştırma yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

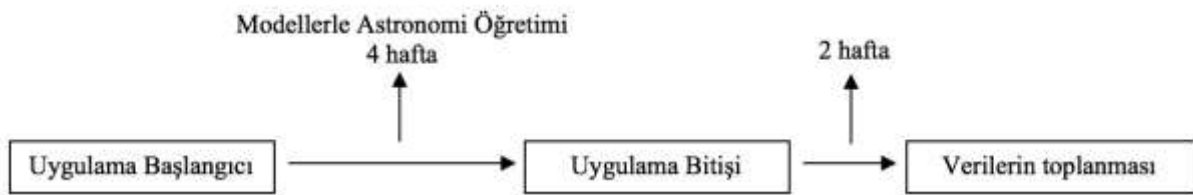
Araştırma kapsamında 7. sınıf Fen Bilimleri dersi öğretim programı içerisindeki astronomi ünitesi olan “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesi öğrencilere araştırmacılar tarafından geliştirilen fiziksel modeller yardımıyla öğretilmiştir. Uygulamalar dersin öğretmeni tarafından araştırmacıların kontrolünde gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar öğretmene hazırlanan modeller hakkında bilgilendirmeler yaparak, modellerin ders içerisinde uygulanmasına yönelik bir etkinlik programı hazırlamıştır. Tüm süreç içerisinde öğretmen ve araştırmacılar iş birliği halinde olmuştur.

### Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu Samsun ilinde Millî Eğitim Bakanlığına bağlı devlet okullarından birinde öğrenim gören toplam 40 ortaokul 7. sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Öğrencilerin 19'u kız, 21'i erkektir.

### Deneysel Uygulama Basamakları

Çalışma Fen Bilimleri öğretim programındaki “Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi” ünitesi takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Söz konusu ünite programda 4 hafta işlenmektedir. Çalışma için geliştirilen modeller üniteye entegre edilerek öğretim gerçekleştirilmiştir. Ünite bittikten 2 hafta sonra tekrar okula giderek öğrencilerden modellerle astronomi öğretimine ilişkin veriler toplanmıştır. Araştırma süresince takip edilen aşamalar Şekil 1’de görsel olarak verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma süreci

Çalışma kapsamında astronomi konu/kavramlarının öğretimi için araştırmacılar tarafından 6 farklı fiziksel model geliştirilmiştir. Bu modeller şu şekildedir;

- Güneş-Dünya (GD) modeli (eksen eğimli)
- GD modeli (eksen eğimsiz)
- GD modeli (zodyak kuşaklı)
- Güneş-Dünya-Ay (GDA) modeli
- Güneş sistemi modeli
- Takımyıldızlar modeli

Eksen eğimine sahip GD modeli ile eksen eğik olmayan GD modelinin geliştirilme aşamaları ve büyüklükleri birebir aynı olup, sadece bir modeldeki Dünya'ya eksen eğimi özelliği verilmemiştir. Bu şekilde iki farklı model geliştirilmesinin nedeni, öğrencilerde var olan alternatif düşünce (Dünya'yı eksen eğimsiz düşünme) ile bilimsel modeli karşılaştırmalarına olanak sağlamaktır. Aynı şekilde Zodyak kuşaklı GD modeli, eksen eğikli GD modelinin çevresine Zodyak kuşağı görsellerinden oluşan bir aparatın takılmasıyla oluşmaktadır.

GDA modeli ile GD modeli (eksen eğimli) temelde aynı özelliklere ve büyüklüklere sahiptir. Bu iki model arasındaki tek farklılık, GDA modelinde, GD modeline kıyasla Ay modelinin de ekli olmasıdır.

Güneş sistemi modelinde gezegenler Güneş'ten uzaklıklarına ve büyüklüklerine göre oranlanmıştır. Yalnız bu oranlama sadece gezegenler arasında yapılmıştır. Güneş'in büyüklüğü kapsam dışı bırakılmıştır. Model elektrikli ve kasnak sistemine sahip olup, gezegenler Güneş etrafında dolanabilmektedir.

Takımyıldızlar modeli, içerisinde iki farklı takım yıldızının (Büyük ayı ve Orion) modellendiği 120 cm x 90 cm x 60 cm ölçülerinde ahşap kutu şeklindedir. Modelde Büyükayı ve Orion takımyıldızında yer alan yıldızların Dünya'dan uzaklıkları ve parlaklıklarına ait bilgiler toplanmış ve modelde dikkate alınmıştır.

### Veri Toplama Araçları ve Analiz

FMAÖ'ye ilişkin öğrencilerin düşüncelerini alabilmek için, uygulamalar bittikten 2 hafta sonra öğrencilere “*Modellerle Astronomi Öğretimi Değerlendirme Formu*” (MAÖDF) dağıtılmıştır. Öğrencilerin yapılan öğretim süreci, kullanılan modeller ve onlarda bıraktığı etkileri belirlemek amacıyla formda dört farklı soruya yer verilmiştir. Bu sorular şu şekildedir;

- “Güneş Sistemi ve Ötesi” ünitesi süresince uygulanan modellerle astronomiyle ilgili genel duygu ve düşünceleriniz nelerdir?
- Astronomi konularını işlerken öğretmeninizin uyguladığı modellerle öğretim etkinliklerini nasıl değerlendiriyorsunuz?
- Astronomi konularını modeller yardımıyla işlemek yararlı oldu mu? Olduysa ne gibi yararları oldu?
- Konuları işlerken en çok hangi fiziksel model etkinliklerinden hoşlandınız? Neden?

MAÖDF'de yer alan her bir soruya öğrencilerin verdiği cevaplar içerik analizi tekniğiyle analiz edilmiştir. Soru soru içerik analizi yapılırken ilk olarak öğrencilerin MAÖDF'deki sorulara verdikleri cevaplar incelenmiştir. Öğrenci cevaplarına göre kategoriler oluşturulup ardından tablolastırılarak sunulmuştur. Tablolardaki öğrenci görüşleri frekans halinde verilmiştir. Fakat tablolardaki öğrenci görüşlerinin genel toplamı katılımcı sayısından fazla olabilir, bunun nedeni bazı öğrenci görüşlerinin birden fazla kategoride değerlendirilmesidir. Ayrıca bulguların sunumu sırasında öğrencilerin özgün ifadelerine de yer vererek kategoriler örneklerle açıklanmıştır. Özgün ifadeler yer verebilmek amacıyla çalışmaya katılan öğrencilere 1'den 40'a kadar;  $\bar{O}_1$ ,  $\bar{O}_2$ , ...,  $\bar{O}_{40}$  şeklinde numara verilerek kodlanmıştır.

### BULGULAR

Çalışmanın bulguları her bir soru için yapılan analizleri içermektedir. Bu bağlamda önce soruların içerik analizi sonucu oluşturulan tablolara ardından sorularla ilgili öğrenci cevaplarından örneklerle yer verilmiştir.

- MAÖDF'de ilk soru olarak öğrencilere “*Güneş Sistemi ve Ötesi ünitesi süresince uygulanan modellerle astronomiyle ilgili genel duygu ve düşünceleriniz nelerdir?*” sorusu yöneltilerek, öğrencilerin cevapları alınmıştır. Bu soruya verilen cevaplar incelenerek, oluşturulan kategoriler ve frekansları Tablo 1'de sunulmuştur.

**Tablo 1. FMAÖ'ye İlişkin Öğrencilerin Genel Duygu ve Düşünceleri**

Kategori	Frekans
Öğrenmeyi Kolaylaştırma	12
Somutlaştırma-Görselleştirme	6
Zevkli-Eğlenceli	5
Kalıcı Öğrenme	14
Astronomiye İlgi Duyma	7
Daha İyi Kavrama	13

Tablo 1 incelendiğinde öğrencilerin modellerle astronomiyle ilgili genel düşüncelerinin “kalıcı öğrenme”, “öğrenmeyi kolaylaştırma” ve “daha iyi kavrama” üzerine yoğunlaştığı görülmektedir.

Modellerle yapılan öğretimin kalıcı öğrenme sağladığını ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Dört hafta süresince astronomi ile ilgili hem görsel olarak hem eğlenerek Güneş ve Ay tutulması, Büyük Ayı, Mevsimlerin Oluşumu, Orion Takım Yıldızı hakkında kalıcı bilgiler edindiğimi düşünüyorum.” (Ö<sub>2</sub>)

“Konuları daha iyi öğrenmeye ve kalıcı bilgiler edinmemize yardımcı olduğunu düşünüyorum.” (Ö<sub>4</sub>)

“Modellerle öğrenme güzeldi, öğrendiklerimi unutacağımı sanmıyorum. Bildiğimi sandığım konularda gözle görerek daha çok şey öğrendim.” (Ö<sub>12</sub>)

“Daha önce sadece resimlerde gördüğüm şeyleri şimdi gerçekten gördüm. Gördüğümüz modeller sayesinde astronomi konularını hemen unutacağımı sanmıyorum.” (Ö<sub>26</sub>)

Modellerle yapılan öğretimin öğrenmeyi kolaylaştırdığını ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Çok iyiydi bence. Bence astronomi konuları modellerle öğrenmemi daha da kolaylaştırdı.” (Ö<sub>1</sub>)

“Sadece öğretmenimiz anlatmadığı için, somut olduğu için öğrenmemi kolaylaştırdı.” (Ö<sub>5</sub>)

“Modeller öğrenmeye çok yardımcı oldu. Modeller eğlenceli öğrenmemi sağladı.” (Ö<sub>11</sub>)

Modellerle yapılan öğretimin konuyu daha iyi kavramalarına yardımcı olduğunu ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Konulara daha iyi biliyorum artık. Güneş-Ay tutulması, Mevsimlerin oluşumu, Büyük Ayı, Orion Takım Yıldızı hakkında çok bilgi edendim.” (Ö<sub>9</sub>)

“Bana çok şey kattı. Bilmediğim veya yanlış bildiğim şeylerin doğrularını daha iyi öğrendim.” (Ö<sub>22</sub>)

Modellerle yapılan öğretimin astronomiye karşı ilgilerini artırdığını ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Astronomi aslında çok ilgi çekiciymiş.” (Ö<sub>3</sub>)

“Dört hafta süresince yıldızlar, Güneş-Ay tutulmaları ve doğa olayları hakkında daha çok bilgiye sahip oldum. Modeller sayesinde astronomi konularına ilğim ve merakım daha da arttı.” (Ö<sub>16</sub>)

“Daha önce hiç ilgilenmediğim astronomi ve uzay olayları ilgimi çekti. Modelle anlatılması hem 3 boyutlu düşünmemi hem de kalıcı öğrenmemi sağladı. Sadece ezberlemedim, görerek öğrenmek güzeldi.” (Ö<sub>23</sub>)

“Astronominin ne kadar zevkli olduğunu görmek bu bilim dalının ilgimi çekmesini sağladı.” (Ö<sub>24</sub>)

“Daha önce sıkıcı gelen astronomi konusu ilgimi çekti. İlginç şeyleri gördükçe öğrenme istedim.” (Ö<sub>38</sub>)

Modellerle yapılan öğretimin soyut olan astronomi konularını somutlaştırarak görselleştirdiğini ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Astronomi hakkında bilgilerim vardı. Fakat bu derste bildiğim bilgileri görsel olarak gördüm.” (Ö<sub>14</sub>)

“Görsellik ile konuları daha iyi anladım. Yalnız bildiklerimi ve hiç bilmediklerimi öğrendim.” (Ö<sub>15</sub>)

Modellerle yapılan öğretimin astronomi konularını zevkli hale getirdiğini ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Dört hafta süresince astronomi ile ilgili hem görsel olarak hem eğlenerek Güneş ve Ay tutulması, Büyük Ayı, Mevsimlerin Oluşumu, Orion Takım Yıldızı hakkında kalıcı bilgiler edindiğimi düşünüyorum.” (Ö<sub>2</sub>)

“Modeller sayesinde ders daha zevkli hale geldi.” (Ö<sub>27</sub>)



- MAÖDF’de ikinci soru olarak öğrencilere “*Astronomi konularını işlerken öğretmeninizin uyguladığı modellerle öğretim etkinliklerini nasıl değerlendiriyorsunuz?*” sorusu yöneltilerek, öğrencilerin cevapları alınmıştır. Bu soruya verilen cevaplar incelenerek, oluşturulan kategoriler ve frekansları Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2. FMAÖ Etkinlikleriyle İlgili Öğrenci Değerlendirmeleri**

Kategori	Frekans
Derse İlgi Artırıcı	6
Merak Uyandırıcı	2
Soyutu Somutlaştırıcı	7
Kalıcı Öğrenme Sağlayıcı	22
Eğlenceli	6
Öğretici	16

Tablo 2 incelendiğinde öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile ilgili yaptıkları değerlendirmelerin “kalıcı öğrenme sağlayıcı” ve “öğretici” nitelikte olduğu görülmektedir. Modelleme etkinliklerinin kalıcı öğrenme sağlayıcı nitelikte olduğunu ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*“Modelleme etkinlikleri sanırım kalıcı bilgi sağladı. Çünkü model üzerinde uyguladık. Uygulamada sıkıcı olmadıktan dolayı öğrenmemi sağladı. (Ö<sub>17</sub>)*

*“İlgi çekici olmuş. Dikkatimi çekti derse. Bir de aklımda kalmasını sağladı. (Ö<sub>32</sub>)*

Modelleme etkinliklerinin öğretici nitelikte olduğunu ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*“Modeller çok güzeldi. Öğretmenimin anlattığı konuyu iyi anladım.”. (Ö<sub>28</sub>)*

*“Görerek yapmak daha kolay öğrenmemi sağladı. (Ö<sub>29</sub>)*

*“Kolay anlamamı sağladı, bir de aklımda kaldığını düşünüyorum.” (Ö<sub>37</sub>)*

Modelleme etkinliklerinin soyut kavramları somutlaştırıcı nitelikte olduğunu ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*“Modeller çok güzeldi, farklı farklı yerlerden konuyu görerek öğrendim.” (Ö<sub>19</sub>)*

*“Modeller üzerinde öğrendiklerimi hatırlıyorum. Resimlerde sadece bir yerden görürken, modelde çeşitli yerlerden görebildim.” (Ö<sub>20</sub>)*

Modelleme etkinliklerini eğlenceli olarak niteleyen öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*“Modelle öğrenmek çok daha eğlenceli ve öğretici oldu.” (Ö<sub>4</sub>)*

*“Modeller sayesinde ders zevkli ve eğlenceli bir şekilde oldu.” (Ö<sub>23</sub>)*

- Formda yer alan “*Astronomi konularını modeller yardımıyla işlemek yararlı oldu mu? Olduysa ne gibi yararları oldu?*” sorusuna verilen öğrenci cevapları incelenmiştir. Bu soruya ilişkin oluşturulan kategoriler ve frekansları Tablo 3’te sunulmuştur.

**Tablo 3. FMAÖ’nün Yararlarıyla İlgili Görüşler**

Kategori	Frekans
Konuyu Basitleştirme	15
Görerek-Dokunarak Öğrenme	14
Kalıcı Öğrenme	15
Derse Motivasyonu Artırma	2

Tablo 3 incelendiğinde öğrencilerin modellerle astronomi öğretiminin kendilerine yararlarının olduğunu belirttikleri görülmüştür. Bu yararların “konuyu basitleştirme”, “kalıcı öğrenme” ve “görerek-dokunarak öğrenme” şeklinde olduğu görülmektedir. Yalnız iki öğrenci ise modellerle yapılan öğretiminin derse yönelik motivasyonunu artırdığı şeklinde görüş bildirdiği görülmüştür.

Astronomi konularını modeller yardımıyla işlemenin konuları basitleştirerek öğrenmelerine yararlarının olduğunu ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Modeller üzerinde görerek daha iyi anladım. Daha etkili ve kalıcı.” (Ö<sub>20</sub>)

“Gördüğümüz için anlatılanları hemen anladım. Rahat ve anlaşılması kolay bir dört hafta oldu.” (Ö<sub>21</sub>)

“Yararlı oldu. Çünkü ilgi çekici ve 3 boyutlu olması konuyu daha iyi anlamamı sağladı.” (Ö<sub>23</sub>)

“Kesinlikle yararlıydı. Korktuğum şeylerin çok zevkli şeylere dönüştüğünü gördüm.” (Ö<sub>25</sub>)

“Evet oldu bence. İnsanın aklında daha kalıcı oluyor, daha kolay öğreniliyor.” (Ö<sub>32</sub>)

Astronomi konularını modeller yardımıyla işlemenin kalıcı öğrenme sağlayarak kendilerine yararlarının olduğunu ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Öğrendiklerimi hala unutmadığım için çok yararlı olduğunu düşünüyorum.” (Ö<sub>4</sub>)

“Çok iyi bir şekilde yararlı oldu. Daha önceden sadece ezber yaparak sonradan unuttuğum konular oluyordu.

Ama bu derste öğrendiklerimi hemen unutmam berhalde.” (Ö<sub>7</sub>)

“Modeller sayesinde daha iyi bir şekilde konuları öğrendim.” (Ö<sub>14</sub>)

Astronomi konularını modeller yardımıyla işlemenin bizzat görerek-dokunarak öğrenmelerini sağlayarak kendilerine yararlarının olduğunu ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Ay’ın evrelerinde Ay tutulmasını modellerle görerek daha iyi anladım. Yıldızların neredeyse hiçbirini bilmiyordum bunları öğrenmiş oldum.” (Ö<sub>5</sub>)

“Kesinlikle çok yararlı oldu. Mevsimlerin oluşumunun bu kadar güzel ve ilgi çekici olduğunu hiç düşünmemiştim ve artık hangi mevsimi yaşarsam yaşayayım baklarında birçok şey öğrendim.” (Ö<sub>8</sub>)

“Evet yararlı oldu. Gördüğüm için konuyu daha iyi öğrendim.” (Ö<sub>9</sub>)

“Evet yararlı oldu. Örneğin Güneş ve Ay tutulmalarını biliyordum ama modellerle anlatıldığında bilgimin yetersiz olduğunu gördüm. Modellerle anlatım görsel olduğu için gözümde canlandırabiliyorum.” (Ö<sub>28</sub>)

“Evet. Mevsim oluşumu, takımyıldızları artık modellerle gördüğüm için daha çok bilgi sahibi oldum.” (Ö<sub>33</sub>)

Astronomi konularını modeller yardımıyla işlemenin derse yönelik motivasyonu artırarak kendilerine yararlarının olduğunu ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“Ay’ın evrelerini anlayamıyordum. Ama model üzerinde hemen anladım. Modeller derse daha konsantre olmamı sağladı.” (Ö<sub>6</sub>)

“Evet. Derslerin daha anlaşılır olması sağlandı. Ayrıca derste sıkılmadım. Zevkli dersler işledik.” (Ö<sub>11</sub>)

- Formdaki son soru olan “Konuları işlerken en çok hangi fiziksel model etkinliklerinden hoşlandınız? Neden?” sorusuna verilen öğrenci cevapları incelenmiştir. Bu soruya ilişkin oluşturulan kategoriler ve frekansları Tablo 4’te sunulmuştur.

**Tablo 4. Öğrencilerin En Çok Hoşlandığı Fiziksel Modellerle İlgili Görüşler**

Kategori	Frekans
Mevsimler	12
Tutulmalar	17
Takımyıldızları	18
Güneş Sistemi	5

Tablo 4 incelendiğinde öğrencilerin kullanılan beş model arasından en çok “takımyıldızları”, “tutulmalar” ve “mevsimler” modellerinden hoşlandıkları görülmektedir. “Güneş sistemi” modelinin ise daha az öğrencinin ilgisini çektiği görülmüştür.

Ünite sırasında kullanılan modellerden en çok takımyıldızlar modelinden hoşlandığını ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*"Büyükeyi takımyıldızı ve Orion takımyıldızıdır. Çünkü yıldızlar hep gökyüzünde fakat hiç böyle olduklarını bilmiyordum."* (Ö<sub>8</sub>)

*"Takımyıldızları daha ilgi çekiciydi. Çünkü konuyu hiç bilmediğim halde rahatça öğrendim."* (Ö<sub>11</sub>)

*"Büyükeyi takımyıldızından. Çünkü Dünya'dan bakıldığında ve farklı bir yerden bakıldığında değişiyor."* (Ö<sub>40</sub>)

Ünite sırasında kullanılan modellerden en çok tutulmalar modelinden hoşlandığını ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*"Güneş ve Ay tutulması modellerinden hoşlandım. Çünkü Güneş ve Ay tutulması konularını karıştırıyordum. Modeller üzerinde bilgilerimi daha iyi anlayıp pekiştirdim."* (Ö<sub>2</sub>)

*"Tutulmalar modelinden. Çünkü tutulmalar ve Ay'ın evrelerini anlayamıyordum. Çok fazla faydası oldu."* (Ö<sub>6</sub>)

*"Güneş ve Ay tutulması, takımyıldızlar. Yıldızlarda bilmediğim birçok şeyi öğrendim. Tutulmalarda ise bildiğimi sandığım şeyleri iyi öğrendim."* (Ö<sub>12</sub>)

*"En çok Güneş ve Ay tutulması dikkatimi çekti. Çünkü gerçekten akılda kalıcı güzel bir model olmuş. Çok beğendim."* (Ö<sub>32</sub>)

Ünite sırasında kullanılan modellerden en çok mevsimler modelinden hoşlandığını ifade eden öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*"Eksen eğikliği. Çünkü modellerde gördüm ki hep aynı yönü gösteren bir eksen vardı. Hep aynı yöne bakıyordu. Bunu Dünya modelinde gördüm. Işık hep aynı idi."* (Ö<sub>1</sub>)

*"Mevsimlerin oluşumundan etkilendim. Bu konu hakkında yanlış düşündüğümü anladım."* (Ö<sub>5</sub>)

*"Mevsimlerin oluşumu, Güneş ve Ay tutulmaları modellerinden daha çok hoşlandım. Çünkü yanlış bildiğim ve karıştırdığım şeylerin olduğunu fark ettim."* (Ö<sub>22</sub>)

*"Mevsimlerin oluşumu kısmını beğendim. Öğrenemediğim şeyi iyi bir şekilde öğrendim."* (Ö<sub>38</sub>)

## SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışmada elde edilen ilk sonuç öğrencilerin belirttiği *"kalıcı öğrenme"* ana fikridir. Bu sonuç literatürü destekler şekildedir. Çünkü literatürde fiziksel modellerin doğası gereği, öğrencilerin daha fazla duyu organını kullandığı ve böylece kalıcı öğrenme sağladığı belirtilmektedir (Sternberg ve Grigorenko, 2007; Türk ve Kalkan, 2017). Bir öğrencinin kalıcı öğrenme sağlayabilmesi için deneyim geçirmesi gerekmektedir. Bu deneyim öğrencilere gerçek dünyadaki materyallerle veya benzerleriyle çalışma ve üzerinde gözlemler-değişiklikler yapabilme fırsatı tanımalıdır (Foster 1996; Trundle, Atwood ve Christopher, 2002). Ayrıca Rowland (1990) öğrencilerin fiziksel modeller üzerinde yaşadıkları deneyimlerin onların üzerinde çalışılan konuyu daha kolay anlayabilmelerini sağladığını belirtmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bir başka sonuç bu düşüncüyü destekler niteliktedir. Öğrenciler, modellerle yapılan öğretimin *öğrenmelerini kolaylaştırdığı ve konuyu daha iyi kavramalarını sağladığı* şeklinde düşünce belirtmişlerdir. Öğrenciler sadece duydukları olguları kolayca unutabilmektedirler, fakat doğrudan içerisinde yer aldıkları öğretim etkinlikleri, konunun hem daha kolay hem de daha iyi öğrenilmesini sağlar (Küçükahmet, 2000). Piaget açıkça belirtmektedir ki öğrenme ortamında fiziksel deneyimler zengin olmalı ve ilkökul çocuklarının zihinsel gelişimi için anahtar kavram, doğrudan fiziksel yönlendirmeyi içerecek öğrenmelerdir (Callison, 1997).

FMAÖ etkinliklerinin öğrencilerde yarattığı başka bir his ise ders sürecinin *eğlenceli ve ilgi çekici* olmasıdır. Bu sonuç, özellikle fen derslerine ilginin az ve korkulan bir ders olduğu göz önüne alındığında sevindirici bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Kalkan ve Türk (2012)'e göre doğanın temel işleyiş mekanizmasını bireylere aktarmanın en iyi yollarından bir tanesi de bu alanlara karşı ilgi ve merak oluşturarak farkındalık yaratmaktır. Bunu yapmanın en iyi yolu, doğada insanın beş duyu organıyla kolaylıkla algılayıp yorumlayamadığı temel yapıların modellendiği bilim merkezleri, planetaryumlar ve botanik bahçelerindeki eğitimin desteklenmesidir. Bu şekilde modeller kullanarak işlenecek fen derslerinin öğrencilerin derse ilgisini arttıracak bu çalışmayla bir kez daha ortaya konmuştur. Bu düşüncüyü destekler şekilde, Altıntaş (1998) eğitim-öğretim faaliyetlerinde materyal veya model kullanılmasının öğrencilere zengin, renkli, canlı, iç içe olabileceği, görsel ve



duyusal öğrenme ortamları sunabileceğini ve böyle bir durumda öğrenci o dersten korkmak yerine zevk alacağını belirtmiştir. Başka bir araştırmada; öğrencilerin daha fazla duyu organını kullanarak gerçekleştirdiği öğrenme deneyimleriyle, bunları pek fazla kullanmadan gerçekleştirdiği öğrenme deneyimleri arasında hem öğrenme seviyesi hem de o derse yönelik olumlu tutum geliştirme açısından fiziksel modeller kullanılarak yapılan faaliyetler lehine farklılık oluştuğu görülmüştür (Stohr-Hunt, 1996). Çalışma kapsamında ulaştığımız “öğrencilerin modellerle yapılan öğretimi eğlenceli ve ilgi çekici bulması” sonucu Kalkan ve Türk (2012), Altıntaş (1998) ve Stohr-Hunt (1996)’un çalışmalarının sonuçlarıyla uyum içerisinde.

Astronomi kavramları genellikle soyut ve üç boyutlu düşünmeyi gerektiren kavramlardır. Bu durum astronominin temel kavramlarının öğrenilmesini ve doğru şekilde kavranmasını zorlaştırmaktadır (Türk ve Kalkan, 2015; Yu, 2005). Fakat yapılan bu çalışma göstermektedir ki fiziksel modeller, astronominin soyut ve üç boyutlu düşünmeyi gerektiren kavramlarını *somut bir şekilde görselleştirerek* sunmaktadır. Bu da öğrencilerin astronomi kavramlarını öğrenmesini kolaylaştırmaktadır. Bu sonuca öğrencilerin modellerle astronomi öğretimiyle ilgili yapmış değerlendirmelerden ulaşılmıştır. Bu sonucu destekler şekilde Türk ve Kalkan (2017) yapmış olduğu çalışmada fiziksel modellerin öğrencilerin soyut astronomi konularını, somut olarak görmesine olanak sağladığını ve öğrencilerin doğrudan içerisinde yer aldıkları öğretim etkinliklerinin, konunun hem daha kolay hem de daha iyi öğrenilmesini sağladığını belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerin görüşlerinden ulaşılan bir başka sonuç ise; modellerin öğrencilerin üç boyutlu düşüncelerine, olaylara farklı açılardan bakmalarına, fotoğrafta-tahtada iki boyutu görürken, modellerde üç boyutlu görmelerine, olayları gözlerinde canlandırabilmelerine ve teorik bilgileri uygulamalı görebilmelerine olanak sağladığı şeklindedir. Bu sonuç literatürdeki bazı çalışmaların sonuçlarını destekler niteliktedir. Çünkü Hein (1987)’e göre ise fiziksel modellerle fen eğitimi, öğrencilerin bir bilimsel süreci elleyerek, manipüle ederek ve gözlemleyerek öğrenmesine fırsat veren etkinliklerdir. Ayrıca Loucks-Horsley ve diğ. (1990)’e göre ilk ve ortaokul öğrencilerinin özellikle bilişsel gelişimlerinin somut işlemler aşamasında olduğu düşünüldüğünde fiziksel modellerle yapılan faaliyetler, fen öğretimi için daha da kritik hal almaktadır.

Öğrencilerin süreç boyunca en çok hoşlandıkları modellerin takımyıldızlar, tutulmalar ve mevsimler modelleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Astronomi eğitimiyle yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin en çok alternatif kavrama ve zihinsel modele sahip olduğu konuların başında mevsimler, tutulmalar, Ay’ın evreleri ve takımyıldızlar gibi konular gelmektedir (Foster, 1996; Kikas, 1998; Lelliott ve Rollnick, 2010; Schoon, 1992; Trumper, 2006; Tsai & Chang, 2005; Türk ve Kalkan, 2015, 2017; Vosniadou, 1992). Öğrencilerin çeşitli alternatif kavramlara ve zihinsel modellere sahip olduğu bu konulardaki modeller, onların ilgisini çekmiştir şeklinde düşünülebilir. Çünkü öğrencilerin zorlandıkları konuları kolay, etkili ve eğlenceli şekilde öğrenmesine olanak sağlayan bu modeller, dolayısıyla onlar tarafından sevilmiş olabilir. Bu sonuca öğrencilerin yapmış olduğu açıklamalardan ulaşılmıştır. Örneğin bir öğrenci (Ö<sub>2</sub>), “Güneş ve Ay tutulması modelleme etkinliklerinden hoşlandım. Çünkü Güneş ve Ay tutulması konularını derste ezberleyip bir süre sonra sürekli karıştırıyordum. Modeller üzerinde bilgilerimi daha iyi anlayıp pekiştirdim” şeklinde görüş bildirmiştir. Başka bir öğrenci (Ö<sub>22</sub>), “Mevsimlerin oluşumu, Güneş ve Ay tutulmaları modellerinden daha çok hoşlandım. Çünkü yanlış bildiğim ve karıştırdığım şeylerin olduğunu fark ettim.” şeklinde görüş bildirmiştir. Yine bir başka öğrenci (Ö<sub>38</sub>), “Mevsimlerin oluşumu kısmını beğendim. Kalıcı şekilde öğrendim.” şeklinde açıklama yapmıştır. Son olarak bir öğrenci (Ö<sub>11</sub>), “Takımyıldızları daha ilgi çekiciydi. Çünkü konuyu hiç bilmediğimiz halde rahatça öğrendik.” şeklinde açıklama yaparak bilmediği bir konuyu kolayca öğrenmesini sağladığı için en çok takımyıldızları modelini beğendiğini açıklamıştır.

## ÇALIŞMANIN SINIRLILIKLARI ve ÖNERİLER

Bu araştırmada öğrenciler, modellerle öğretimi çeşitli açılardan kendileri için yararlı bulmuşlardır. Bu yararlılardan bazıları, kalıcı öğrenme sağlama, dersi zevkli kılma, somutlaştırma, kolay öğrenmeyi sağlama gibidir. Bu nedenle astronomi eğitiminde fiziksel modellerin kullanımının ve üretiminin yaygınlaştırılması önerilmektedir.

Bu çalışmada geliştirilen fiziksel modeller astronominin bazı kavramlarının öğretimine yöneliktir. Bu bağlamda elde edilen sonuçlar geliştirilen bu modeller ve uygulama yapılan konularla sınırlıdır. Bu nedenle fiziksel modellerin öğretimdeki etkililiği, farklı öğretim kademelerinde ve konularda geliştirilecek modellerle test edilebilir.

Çalışma kapsamında geliştirilen modeller sınıf içerisinde kullanıma uygun olarak tasarlanmıştır. Bunun yanı sıra modeller tasarlanırken, literatürde konuyla ilgili daha önce yapılmış çalışmalarda saptanan alternatif düşünceler dikkate alınmıştır. Örneğin geliştirilen bir modelin hem alternatif düşünce içeren versiyonu hem de bilimsel doğru olan versiyonu yapılmıştır. Model geliştirilirken, bu modellerin öğrenciler tarafından nasıl algılandığına yönelik süreçleri kontrol etmek için pilot çalışmalar yapılmıştır. Bu nedenle geliştirilecek olan modellerde, öğrencilerin kendilerinde sahip olan düşünceyle, kendilerine sunulan bilimsel ifadeyi karşılaştırmalarına fırsat tanınması önerilmektedir.

Bu çalışma ortalama başarı düzeyindeki bir ortaokulda gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle çalışmada elde edilen sonuçların genellenebilirliğinin artırılması için örneklem ve okul türü (daha başarılı ve daha zayıf seviyede) artırılarak başka çalışmalar yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- Altıntaş, G. E. (1998). *İlköğretim okulları 4. sınıf fen bilgisi öğretiminde araç-gereç (deney yapırları) ve bulmaca tekniğinin öğrencilerin akademik başarısına katkısı*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi.
- Arnold, M., & Millar, R. (1996). Learning the scientific 'story': a case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80(3), 249–281.
- Atwood, V. A., & Atwood, R. K. (1995). Preservice elementary teachers' conceptions of what causes night and day. *School Science and Mathematics*, 95(6), 290–294.
- Callison, D. (1997). Evolution of methods to measure student information use. *Library & Information Science Research*, 19(4), 347–357.
- Callison, P. L., & Wright, E. L. (1993, April). The Effect of Teaching Strategies Using Models on Preservice Elementary Teachers' Conceptions About Earth-Sun-Moon Relationships, *National Association for Research in Science Teaching*, Atlanta, GA.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Dupin, J. J. & Johsua, S. (1989). Analogies and 'modelling analogies' in teaching: some examples in basic electricity. *Science Education*, 73(2), 207–224.
- Flick, L. B. (1993). The meanings of hands-on science. *Journal of Science Teacher Education*, 4(1), 1-8.
- Foster, G. 1996, Look to the Moon, *Science and Children*, 34(3), 30.
- Frede, V. (2008). The seasons explained by reputational modelling activities. *Astronomy Education Review*, 7(1), 44-56. Doi: 10.3847/AER2008005.
- Friedel, A. W., Gabel, D. L., & Samuel, J. (1990). Using analogs for chemistry problem solving: does it increase understanding? *School Science and Mathematics*, 90(8), 674–682.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning, *International Journal of Science Education*. 22(9), 891-894.
- Hans, M., Kali, Y., & Yair, Y. (2008, Mart) Spatial perception of the moon phases: Designing a web-based module for middle school students. *Annual Conference of American Educational Research Association*, New York City
- Hein, G. E. (1987). The right test for hands-on learning. *Science and Children*, 25(2), 8-12.
- Kalkan, H., & Türk, C. (2012, Mayıs). Bilim merkezleri ve planetaryumların eğitimdeki yeri ve önemi. *Uluslararası Katılımlı Türkiye Bilim Merkezleri Sempozyumu*, Bursa.
- Kaufman, D. R., Patel, V. L., & Magder, S. A. (1996). The explanatory role of spontaneously generated analogies in reasoning about physiological concepts. *International Journal of Science Education*, 18(3), 369–386.

- Kikas, E. (1998). The impact of teaching on students' definitions and explanations of astronomical phenomena. *Learning and Instruction*, 8(5), 439-454. Doi: 10.1016/S0959-4752(98)00004-8
- Küçükahmet, L. (2000). *Bir meslek olarak öğretmenlik. Öğretmenlik mesleğine giriş*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Kyle, W. C., Bonnstetter, R. J., Gadsden, T. Jr., & Shymansky, J. A. (1988). What research says about hands-on science. *Science and Children*, 25(7), 39-40.
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2010). Big ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education*, 32(13), 1771-179.
- Loucks-Horsley, S., Kapitan, R., Carlson, M. O., Kuerbis, P. J., Clark, R. C., Nelle, G. M., Sachse, T. P., & Walton, E. (1990). *Elementary school science for the 90s*. Andover, MA: The Network, Inc.
- Lumpe, A. T., & Oliver, J. S. (1991). Dimensions of hands-on science. *The American Biology Teacher*, 53(6), 345-348.
- Meinhard, R. (1992). *Concept process-based science in the elementary school*. Salem, OR: Oregon Department of Education.
- Mullis, I. V. S., & Jenkins, L. B. (1988). *The science report card*. Educational Testing Service, Princeton.
- Penick, J. E., & Yager, R. E. (1993). Learning from excellence: Some elementary exemplars. *Journal of Elementary Science Education*, 5(1), 1-9.
- Rowland, P. M. (1990, April). Using science activities to internalize locus of control and influence attitudes towards science. *National Association for Research in Science Teaching*, Atlanta.
- Schoon, K. (1992). Students' alternative conceptions of earth and space. *Journal of Geological Education*, 40(3), 209-214.
- Shapley, K. S., & Luttrell, H. D. (1993). Effectiveness of a teacher training model on the implementation of hands-on science. *Association for the Education of Teachers in Science International Conference*.
- Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. (2007). *Teaching for Successful Intelligence: To Increase Student Learning and Achievement* (2<sup>nd</sup> ed.), California: Corwin Press.
- Stohr-Hunt, P. M., (1996) An Analysis of frequency of hands-on experience and science achievements. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(1), 101-109.
- Trumper, R. (2006). Teaching future teachers' basic astronomy concepts—seasonal changes—at a time of reform in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(9), 879-906. doi: 10.1002/tea.20138
- Trundle, C. K., Atwood, K. R., & Christopher, E. J. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 633-658. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.10039>
- Tsai, C., & Chang, C. (2005). Lasting Effects of Instruction Guided by the Conflict Map: Experimental Study of Learning about the Causes of Seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(10), 1089-1111. Doi: 10.1002/tea.10039
- Türk, C., & Kalkan, H. (2015). The effect of planetariums on teaching specific astronomy concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 1-15. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-014-9516-6>
- Türk, C., & Kalkan, H. (2017). Astronomi öğretiminde iki farklı yöntemin deneysel olarak karşılaştırılması, *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 1015-1036.
- Vosniadou, S. (1992). Knowledge acquisition and conceptual change. *Applied Psychology*, 41(4), 347–357. Doi: 10.1111/j.1464-0597.1992.tb00711.x
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yu, K. C. (2005). Digital full-domes: The future of virtual astronomy education. *Planetarian Journal of the International Planetarium Society*, 34(3), 6-11.

### **Extended English Abstract**

The concept of teaching astronomy with hands-on models has recently begun to be seen in various studies on astronomy education. In these studies, many activities have been practiced by using hands-on models and some results have been found. Some of these results are that hands-on models lead students into the process of learning, arouse interest in astronomy, provide tactual-and-visual learning opportunities, and prevents memorized learning. (Foster 1996, Frede, 2008; Trundle, Atwood and Christopher, 2002; Türk and Kalkan 2017). Teaching with hands-on models means that students can use both live and inanimate objects directly for research (Meinhard, 1992). Another researcher describes learning with the hands-on models as model or material-centered, orientable, and practical activities (Callison and Wright, 1993).

The key concept for the teaching astronomy with hands-on models (TAHM) in this study is to use the student-centered scale models, astronomical materials, and moving materials instead of presentation or narrative. It is seen that researchers have obtained various results in studies on the effectiveness of teaching with hands-on models. According to some research results, hands-on models have positive effects on students (Dupin and Johsua, 1989, Gobert and Buckley, 2000, Kaufman, Patel and Magder, 1996, Türk and Kalkan, 2017). According to some research results, there are some negative or limited effects (Arnold and Millar, 1996, Driver, Leach, Millar and Scott, 1996, Friedel, Gabel and Samuel, 1990). When these studies were analyzed, it was seen that the studies were based on various topics of science education and student achievement in these subjects. It has been determined from this that there is no research to determine the opinions of the students regarding TAHM. Therefore, this study was done for the gap that is needed in the field.

In the study, case study method was used among qualitative research methods. The case study is a research method based on the question of “how” / “why”, which provides an in-depth examination of a phenomenon (Yıldırım and Şimşek, 2008).

Within the scope of the research, the “Solar System and Beyond: Questions of Space” unit, which is an astronomy unit in the seventh-grade science course curriculum, was taught to the students with hands-on models developed by the researchers. The practices were carried out by the teacher under the control of the researchers. The researchers have prepared an activity schedule for the practice of the models in the course by informing about the models prepared to the teacher. Throughout the process, teachers and researchers have co-operated.

The study group of the study consisted of a total of 40 middle school seventh grade students, 19 girls and 21 boys, who were educated in one of the state schools affiliated to the Ministry of National Education in Samsun.

In order to get the students' opinions about TAHM, two weeks after the end of the practices, the students have been distributed “*Teaching Astronomy with Hands-on Models Assessment Form*” (TAHMAF). Four different questions were included in the form to determine the teaching process of students, the models used, and the effects of them.

The first result in the study is the main idea of “permanent learning” stated by the students. This result supports evidence of the literature. This is because, in the literature, the nature of the hands-on models is that the students use more sensory organs and thus provides permanent learning (Türk and Kalkan, 2017).

Another result obtained in the work also supports this idea. Students stated that teaching using models facilitates students' learning and provides better conception on the subject. Students simply forget what they “only” hear. However, the teaching activities in which the students participate enable them to learn in an easier and better way (Küçükahmet, 2000).

Another feeling that TAHM activities arouse in students is that the course is enjoyable and interesting. This result is a great conclusion, especially considering that there is little interest in science courses and science being a feared subject.

Astronomy concepts are generally concepts that require abstract and three-dimensional thinking. This makes it difficult to learn the basic concepts of astronomy and comprehend it correctly (Türk and Kalkan, 2015; Yu, 2005). But this study shows that hands-on models present the concepts of astronomy that require abstract and three-dimensional thinking in a concrete way. This makes it easier for students to learn the concepts of astronomy. This result has been concluded from the students' evaluations on teaching astronomy with models.

Another conclusion of students' opinions is that models allow students to achieve three-dimensional thinking, to look at events from different angles, to see the objects three dimensionally while they could only see two dimensions on the photos and on board, to visualize events in their eyes and to practice their theoretical knowledge. It was concluded that the models that students most enjoyed throughout the process were constellations, eclipses and models of seasons.

In this study, students stated that teaching with models is beneficial to them on various points. Some of these benefits are permanent learning, making the lesson enjoyable, embodying, and making learning easy. For these reasons, it is suggested that the production and the use of hands-on models in astronomy education should be popularized.

The hands-on models developed in this study were specific to teaching only some concepts of astronomy. The results obtained in this context are limited to these developed models and practices. For this reason, the effectiveness of hands-on models in teaching can be tested with models that will be developed for different levels of teaching and in other subjects.

The models developed within the scope of the study are designed to be suitable for using in the classroom. In addition to this, while designing the models, alternative thoughts were taken into account in the literature, which were found in previous studies on the subject. For example, a developed model has both an alternative version and a scientifically correct version. As the model was being developed, pilot studies were conducted to check how these models were perceived and comprehended by students. In these models, it is suggested that the students have the opportunity to compare the scientific expressions presented and taught to them with the thought they have developed.